

Tort y del lago Fossé afluirá á un canal de captación que las conducirá hasta el lago Estangento.

Por otra parte, afluirán al mismo lago Estangento las aguas del grupo oriental de los lagos, á cuyo efecto el lago Mar, que vierte su caudal en el lago Frescau, será agrandado, cerrándose la comunicación entre ambos, á fin de que elevado el nivel de aguas del lago Mar, éste vierta al Colomina, que también se levantará, disponiéndose una presa de 78 metros de longitud y 8 de máxima altura.

Las aguas del lago Colomina son conducidas al lago Estangento, y al mismo afluirán también las del lago Frescau, cuyo nivel se levantará mediante una pequeña presa.

Las disposiciones especiales que acusan los planos están tomadas en previsión del efecto de las heladas, que podrían impedir la continuación del desagüe. Gracias al sistema adoptado de galerías inferiores al hielo no será necesaria ninguna vigilancia especial durante la época invernal, y á tal efecto, se han dispuesto las tomas de modo que no haya lugar á maniobrarlas durante la citada estación, y se han dispuesto las cosas de modo que corresponda á la cantidad de agua que debe llegar al lago Estangento, cuyo nivel actual se levantará á 8 metros, mediante una presa de 175 metros de largo y 11,60 de altura.

La derivación de las aguas de este lago es la más importante, puesto que de su regularidad depende la de la Central hidroeléctrica.

Con objeto de evitar repeticiones sólo describiremos y presentaremos los dibujos de la presa más importante, que es la del lago Estangento; además, haremos mención de alguna de las obras que ofrezcan mayor interés.

Como puede verse en las figuras 1.^a y 2.^a, la presa del lago Estangento está formada por dos arcos de círculo casi iguales, que se encuentran lateralmente en un punto intermedio reforzado, á modo de contrafuerte, y apoyándose por el otro lado en el terreno firme; la longitud total de la presa es de 174,80 metros, incluyendo en esa cifra los 10 metros del vertedero.

La presa será de mampostería, con una altura máxima de 11,60 metros, con más de 2,50 de fundación, la cual está entallada en la roca, que tendrá varios planos sensiblemente normales á la línea de presiones de la presa. La forma de la sección de la presa es la triangular ya descrita en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS en el año 1899, por el Sr. Nicolau.

Las dimensiones máximas del muro de embalse, del cual presentamos 5 secciones, son (fig. 6.^a), además de la altura, de 11,60, las siguientes: 10,50 de ancho en la base; talud, 1 por 0,876 ancho en la coronación 1,40; 0,60 de ancho y 0,80 metros de alto el murete de sobrelevación para el vertedero.

La toma de agua se verifica de un modo especial, representado en conjunto en las figuras 1.^a á 3.^a de la hoja núm. 3; comiéndose con un canalizo de 21 metros de largo, 1,70 de ancho en la base y 2,30 á la altura de 1 metro; la solera del canalizo está á la cota 2019,50, en tanto que el nivel del lago actual es de 2.029 metros y 2.037 el del lago; después de realizadas las obras al principio del canalizo se proponen dos ranuras, dispuestas para poderse colocar en ellas viguetas de cierre.

El canalizo tiene una pendiente de 3,60 por 1.000, y en su extremo inferior llevará una rejilla de gruesos barrotes de acero, á través de los que el agua pasa á una galería de 1,70 metros de ancho en la base, 2 metros de altura máxima, que estará recubierta con una bóveda semicircular de 1 metro de radio, y 0,25 metros de espesor, el cual, es de 0,30 metros en los estribos.

La galería tiene una pendiente de 2 por 1.000, y á los 72 metros del comienzo de la misma se colocará una casilla de compuertas: éstas se maniobrarán desde la parte superior. A partir

de la casilla, el agua pasa á una doble tubería de hierro empujada en fábrica con espesor mínimo de 0,30 metros, la cual, á 21 metros de la casilla de compuertas tiene una casa de dobles compuertas que funcionan también desde la parte superior y cuya disposición especial detallan en éstas como en las demás secciones las figuras 4.^a á 9.^a de la hoja núm. 3.

En la hoja núm. 4 representamos el detalle de disposición de las compuertas, tanto las propuestas para las tuberías de 1,20 metros para el lago Estangento, como las destinadas á las tomas de aguas de los lagos Tort, Mor, Colomina y otros.

Un detalle interesante de las obras hidráulicas es la entrada de las aguas del río Coma d'Espós en el canal de evacuación del lago Estangento, la cual se dispone separando las arenas y arrastres de las aguas de aquel río; con tal objeto se enlaza tangencialmente el desagüe del Coma d'Espós á la galería del Estangento, y una vez unidas se cubren con una bóveda semicircular de 3,25 metros de diámetro, ambos conductos desapareciendo las bóvedas de cada uno y formando la separación con un muro longitudinal ó paralelo al eje, el cual forma vertedero y permite el paso del agua, mas no el de las arenas que se reunen en el fondo del mismo.

P. GARCÍA FÁRIA.

Sobre la obra de Enrique Poincaré.

(DE LA «LUMIERE ELECTRIQUE»)

Nuestro eminente colaborador Blondel, á la muerte de Enrique Poincaré, trazó á grandes rasgos la obra del ilustre sabio en lo que respecta á los dominios de la electrotecnia. En los otros dominios de la ciencia se sabe que igualmente ha contribuido en mucho, pero también es sabido lo difícil que resulta dar cuenta de ello en lenguaje comprensible para todo el mundo. Juan Bosler, doctor en ciencias y astrónomo del observatorio de Mendon, se ha encargado de esta labor y ha publicado con éxito un estudio notable.

Citando á continuación algunos pasajes de este estudio, aprovecharemos la ocasión para rendir un nuevo homenaje á la memoria del grande hombre que fué durante muchos años uno de los miembros más asiduos y más escuchados de nuestro Comité de dirección científica.

Bosler examina sucesivamente á Poincaré como matemático, como astrónomo, como físico y como filósofo.

I.—El matemático.

Preocupado por el obstáculo que presenta la dificultad de integrar los problemas en todas las ciencias exactas, Poincaré atacó desde el principio la cuestión capital, analizando: la resolución de las ecuaciones diferenciales, y especialmente las ecuaciones lineales. Para llegar á alcanzarlo es por lo que con una atrevida generalización de las funciones elípticas y trigonométricas, ideó las *funciones fuchsianas* (1) (ó automorfias), cuyo invento es uno de sus más notables descubrimientos. Lo explicaremos en pocas palabras.

Las funciones periódicas ordinarias no cambian cuando se reemplaza la variable z , real ó imaginaria, por $z + 2k\pi$, es decir, cuando se efectúan todas las sustituciones ($z, z + 2k\pi$), sien-

(1) Llamadas así por él, en honor de Fusch, de quien utilizó los trabajos sobre las ecuaciones lineales.

do k un entero cualquiera. Igualmente las funciones fuchsianas se caracterizan por la propiedad de quedar invariables cuando se reemplaza z por una infinidad de expresiones de la forma

$$\frac{az+b}{cz+d}.$$

No pudiendo, por lo demás, variar en esta definición de una manera continua los parámetros reales a, b, c, d ; la función en este caso se reduciría evidentemente á una constante.

Es, pues, preciso para definirla una restricción: las sustituciones $\left(z, \frac{az+b}{cz+d}\right)$ — en donde se arregla de modo que $ad-bc = 1$ — pueden ser ilimitadas, pero deben formar un grupo discontinuo (1) Tal como queda explicado, son los primeros grupos fuchsianos (2) estudiados por Poincaré.

Se concibe claramente que una sustitución cualquiera de la forma anterior transforma un punto real en otro igualmente real, de otro modo, deja invariable una recta del plano, hasta conocer el eje de las cantidades reales. Pueden entonces generalizarse y examinarse los grupos discontinuos de sustituciones de la misma forma, pero con coeficientes a, b, c, d reales ó imaginarios que dejan invariable cierto círculo del plano (en vez de una recta). Poincaré, extendiendo la definición anterior, conserva á estos últimos el nombres de grupos fuchsianos y hace la clasificación metódica; á cada uno de ellos se agrega la clase de funciones fuchsianas que le corresponde.

Las propiedades de estas trascendentes nuevas, son muy parecidas á las de las funciones elípticas; en esta forma llegó Poincaré á crear las funciones hiperfuchsianas recordando las funciones hiperelípticas que son bastante conocidas, después de las funciones fuchsianas propiamente dichas comparables á la función $p(z)$ de Weierstrass. Con la introducción de las funciones fuchsianas consiguió, en fin, dar coronamiento á un brillante descubrimiento, aplicando en la integración de las ecuaciones diferenciales lineales, coeficientes algebraicos; no es precisamente necesario que los coeficientes de la ecuación sean funciones racionales de x , para que pueda integrarse por el nuevo método: es suficiente con que dependan racionalmente de las coordenadas de los puntos de una curva algebraica. Este resultado es seguramente uno de los más generales que han podido obtenerse en la teoría de las ecuaciones diferenciales. Sin embargo, no por esto debe creerse que sea fácil el ponerlo en práctica; se está todavía muy lejos para reducir como simples cosenos las funciones de Poincaré en tablas numéricas.

Las funciones fuchsianas se encuentran nuevamente en otra ocasión que precisa todavía sus relaciones con el «mundo algebraico». Se sabe que las coordenadas de los puntos de una curva algebraica unicursal (es decir de género 0) pueden expresarse en funciones racionales de un parámetro. Las de una curva de género 1 pueden representarse por funciones elípticas. Pues bien, Poincaré extendió esta notable propiedad á todas las curvas algebraicas de cualquier género: las coordenadas de sus puntos pueden siempre, por medio de las funciones fuchsianas, ser siempre representadas por funciones uniformes de un parámetro. Su teorema es aún todavía más general.

(1) Un conjunto de sustituciones forma un grupo, si dos cualquiera de entre ellas, efectuadas sucesivamente, dan por resultado una sustitución que hace ya parte del conjunto. Ejemplo: las traslaciones, las rotaciones.—Un grupo es discontinuo si después de una sustitución el punto transformado de z no puede nunca estar infinitamente próximo. Ejemplo: el grupo de todas las sustituciones de la forma $(z, z+2k\pi)$ en que k es entero.

(2) Si a, b, c, d son números enteros, es suficiente para definir el grupo, y la función fuchsiana correspondiente no puede ser otra más que la función modular de la teoría de las funciones elípticas.

Estas mismas funciones reaparecen en la teoría de las formas, es decir, en la alta aritmética, pero la más sugestiva de sus conexiones es, sin contradicción, su afinidad con la geometría no-euclidiana. Todo el mundo ha oído hablar, más ó menos, de esta geometría extravagante, verdaderamente digna de un país de nihilistas, y que, negando el postulado de Euclides sobre las paralelas, llega, sin embargo, por una serie de teoremas extraños, pero no contradictorios entre sí, á sostenerse hasta el fin. Bien loco parecería el que pretendiese emplear semejantes quimeras para el descubrimiento de los hechos exactos. Pero, sin embargo, el famoso Dr. Lombroso, teórico de ingenio, no debía tener tanta sinrazón como se creía, puesto que Poincaré tuvo un día la intuición de que las transformaciones que le habían consentido definir sus primeras funciones fuchsianas, eran precisamente las que se hallan en la geometría no-euclidiana. Pudo, pues, utilizar toda esta teoría para sus propias investigaciones y darle aplicaciones matemáticas de lo más interesante, en donde no tuviese nada que ver el célebre postulado; en esta forma adquiría esta teoría derecho de ciudadanía. Es verdad que ya se sabía (y Poincaré contribuyó á precisar este punto de vista) que mediante ciertas convenciones de lenguaje, los diversos teoremas no-euclidianos, podían traducirse en términos geométricos ordinarios, y que entonces se convertían perfectamente en ortodoxos, lo que era suficiente para demostrar á las inteligencias despiertas que la cuestión de la exactitud estaba mal planteada.

La obra de Poincaré, aun limitada á las matemáticas puras, es colosal. Solamente podemos limitarnos á citar sus otros trabajos: el precioso método del «barrido» para el problema de Dirichlet, las Memorias sobre la teoría de las funciones, sobre la forma de curvas definidas por las ecuaciones diferenciales, sobre los residuos de las integrales dobles, etc., etc. Lo que hemos dicho es suficiente para apreciar su obra.

No era de estos lógicos puros al estilo de Weierstrass, que, con los ojos cerrados á la realidad concreta, consagran todos los recursos de su inteligencia á construir sobre bases, á veces débiles, de razonamientos impecables; la extrema izquierda de este partido, entre paréntesis, amenaza aún con transformar la Matemática moderna en una nueva escolástica. Contrariamente á Riemann, como á la mayor parte de los grandes geómetras anteriores, Poincaré debía mucho á la intuición.

II.—El astrónomo.

Una de las ideas más constantes de las meditaciones de Poincaré y así como una de las que le valieron sus más grandes éxitos, fué la Mecánica celeste. El hombre, capaz de consagrar á la grandeza de la Astronomía, hermana mayor y educadora de todas las ciencias, las magníficas páginas que pueden leerse en *El Valor de la Ciencia* se debe á sí mismo, el emplear su genio para descifrar los últimos enigmas. ¿Que puede haber de más tentador para el matemático que estas grandiosas investigaciones, en donde la alta geometría puede dar plenamente la medida de su potencia? Sobre todo, un problema, el de los tres cuerpos, mereció entre todos llamar la atención de una inteligencia tan elevada. Durante dos siglos había desafiado los esfuerzos sucesivos de Newton, de Lagrange, de Laplace y de otros muchos; en 1880, era todavía para los astrónomos una especie de cuadratura del círculo. El enunciado lo recuerda todo el mundo: tres cuerpos se atraen mutuamente; según la ley de Newton, hallar sus movimientos.

Poincaré la volvió en sentidos diferentes durante muchos años; inventó poco á poco un arsenal de instrumentos nuevos para poder penetrar mejor en el fondo de la cuestión; los frutos

de esta labor, de cuyos esfuerzos nadie negará que no hayan renovado completamente el aspecto de la cuestión, fueron: la clasificación de las soluciones periódicas (1); la introducción de las soluciones asintóticas, después doblemente asintóticas (tanto en el pasado como en el porvenir), y, en fin, la de las invariantes integrales (2). ¿Puede decirse que han dado la solución? Sí, puede ser, desde cierto punto de vista. Del mismo modo que puede pretenderse que Hilbert, probando que el número π es inconmensurable, ha resuelto la cuadratura del círculo, demostrando su imposibilidad, igualmente, los resultados de Poincaré son tan decisivos, que bien puede dárseles el nombre de solución.

Para que se juzgue. Un matemático alemán, Bruns, había demostrado que el problema no podía admitir, fuera de las integrales conocidas (las áreas y las fuerzas vivas), ninguna integral algebraica, lo cual era de naturaleza suficiente para enfriar el celo de los investigadores. Poincaré hizo más: estableció que no podía existir nueva integral uniforme, ni aun trascendente. Debe, pues, renunciarse á integrar el problema de los tres cuerpos por ninguno de los medios ya conocidos. Su solución rebasa los recursos de las matemáticas actuales: sólo podría llegarse al fin con una renovación completa de los procedimientos que deben ponerse en obra y que no podemos aun concebir.

De este teorema capital deduce Poincaré una conclusión de lo más sorprendente, que establece también directamente la divergencia de las series de la Mecánica celeste. Las series en que se basan desde hace dos siglos los calculadores para predecir los movimientos de los astros, con tal precisión, que con ocasión de los eclipses asombra tanto siempre á la humanidad, no son en general convergentes; si lo fuesen, resultaría la existencia de integrales uniformes, y esto, como acabamos de decir, es imposible. Se pregunta uno entonces si la oficina de longitudes pierde el tiempo y cómo no se ha divulgado todavía el asunto. La aparente paradoja proviene de que los términos de una serie divergente pueden primeramente ir disminuyendo más ó menos deprisa para crecer luego sin límite á partir de cierto término (3). Puede suceder también que deteniéndose en la serie, en el término más pequeño, se obtenga un valor lo suficientemente exacto de la función que ésta pretenda representar; si, por ejemplo, el error cometido es del orden del primer término despreciado, y si este término es muy pequeño, la aproximación puede ser muy grande, pero no indefinida.

Tales son las curiosas circunstancias que efectivamente se presentan en la Mecánica celeste; se las encuentra también en el análisis puro, especialmente en el estudio de las funciones eulianas (serie de Sterlin), y esto disculpa en parte á la Providencia de haber tratado de hacer risibles los esfuerzos de los desdichados astrónomos. Y sea como sea, los procedimientos de cálculo sentados por Lagrange y Laplace, admitidos durante siglos, no lo serán durante miles de años; para el porvenir es necesario el empleo de otros métodos, y con el fin de trazar las bases, Poincaré ha escrito para nuestros descendientes su obra inmortal sobre los *Nuevos métodos de la Mecánica celeste*.

La estabilidad del sistema solar, tal como se entendía en otros tiempos, sufre la consecuencia de todas estas revelaciones. Se la

creía asegurada por la invariabilidad de los grandes ejes planetarios que Laplace y Poisson creían haber demostrado; después Newcomb, Gylden y otros, haciendo desaparecer de las series los términos seculares (1), las convirtieron en forma puramente trigonométrica y, por consiguiente, periódica (nuevo argumento importante en igual sentido). Fué preciso rebatirlo: estos desarrollos no convergen ya como los otros, y no puede siempre afirmarse, matemáticamente hablando, que nuestro sistema es estable; todo lo que puede asegurarse es que la estabilidad es infinitamente más probable que la inestabilidad. En realidad, y por otras razones, la cuestión está ahora resuelta con el hecho de que las fuerzas de gravedad no son las únicas que existen; los efectos de rozamiento debidos á las mareas, á las caídas de meteoritos, á las corrientes de Foucault, nacidas del magnetismo de los planetas, etc., nos llevan lentamente, pero con seguridad, á nuestra perdición, es decir, á una caída general en el Sol.

Entre los problemas clásicos de la Mecánica celeste, al de los tres cuerpos sigue seguramente en importancia el del estudio de las figuras de equilibrio de una masa fluida en rotación. Poincaré no pudo menos de abordarla y distinguirse una vez más. Se conocían dos figuras de equilibrio, el elipsoide aplanado del cual son ejemplo los planetas, más el elipsoide de tres ejes desiguales llamado de Jacobí. Poincaré demostró que, aumentando la velocidad de rotación, podía éste transformarse en una figura curiosa en forma de pera, conservando muy probablemente la estabilidad (2). Es de prever que aumentando más la velocidad la pera se alargue, acabando por dividirse en dos masas: puede ser que este sea el origen de algunas estrellas dobles y aun de nuestro satélite.

Todavía dentro de este orden de ideas, después de haber marcado algunas etapas, es preciso detenernos. Y, sin embargo, ¡cuántos problemas interesantes quedan todavía de los afrontados por el gran geómetra! Anillo de Saturno (consiguió demostrar rigurosamente la naturaleza corpuscular, confirmada después por la observación), hipótesis cosmogónicas (su último libro), teoría de las mareas, vía láctea y nebulosas.... todo el campo de la astronomía, fué explorado por Poincaré. De estos estudios sobre la formación de los mundos, al mismo tiempo que un amplio eclecticismo, no rechazando *a priori* ninguna hipótesis, conservó, según parece, una preferencia por la teoría de Laplace. Los fenómenos de las mareas, especialmente de las mareas internas de los planetas, que tan claramente expuso Sir George Darwin, respondían, á juicio de Poincaré, á todas las objeciones opuestas por Laplace; por lo demás, la gran influencia que ejercen en cosmogonía nadie la pone hoy en duda.

III.—El físico.

Las Matemáticas y la Astronomía no fueron suficientes para repartirse la vasta inteligencia de Enrique Poincaré. Todo le interesaba.

A la Física dedicó gran parte de sus estudios.

Percibiendo claramente las dificultades probablemente insuperables que las leyes de la radiación oponen á la teoría de las ondulaciones de la luz, intentó alterarlas, y por medios independientes llegó á las mismas conclusiones que Max Planck. Es preciso tomar su partido: los físicos del porvenir se verán, sin duda, obligados á hacer algunas concesiones á la antigua hipótesis de

(1) Las posiciones y velocidades de tres cuerpos definen una solución, es decir, el conjunto de las órbitas de cada uno de ellos. Una solución se llama *periódica*, si los tres cuerpos vuelven periódicamente á las mismas posiciones relativas; se llama *asintótica*, cuando, sin ser periódica, tiende á convertirse, al cabo de un tiempo infinito.

(2) Esta noción, bastante delicada, sirvió á Poincaré para establecer algunas de las propiedades más singulares y más ocultas de las órbitas.

(3) Por ejemplo, sucede esto en la serie cuyo término general es:

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n}{1000^n}$$

(1) Es decir, los que, conteniendo el tiempo como factor, son susceptibles de crecer indefinidamente.

(2) Decimos muy probablemente, porque es todavía un punto muy en discusión.

la emisión luminosa echada á un lado desde hace un siglo y convertida en la actualidad en la teoría de los «Quanta».

La mayor preocupación de los últimos años de Poincaré y que más le absorbió, puede ser que haya sido el principio de relatividad que está íntimamente ligado á los recientes progresos de la óptica y de la electricidad. Se sabe en qué consiste esta gran ley: extendiendo á todos los fenómenos físicos una noción de mecánica bien conocida, confirma que todos los experimentos que puedan intentarse para explicar el movimiento absoluto de la Tierra, siendo la velocidad uniforme, fracasarán completamente como han fracasado hasta la fecha. Como ya se sabía, el movimiento uniforme no engendra fuerza; es más, se declara la imposibilidad de ponerlo en evidencia, sea cual fuere el medio que se emplee; solamente podemos observar los movimientos relativos. Este principio parece ser uno de los más generales de la naturaleza; Poincaré, con su presentimiento casi infalible y con el seguro sentido de la verdad que poseía, previó toda su importancia desde el principio. También cuando Lorentz quiso explicar por medio de cálculos de aproximación el fracaso de los experimentos ópticos relativos á la traslación de la Tierra en el espacio, no temió dar su opinión con una explicación, no más aproximada, pero rigurosa. Tenía razón; el mismo Lorentz, y otros además, han vuelto después á ocuparse del asunto, y, por fin, parece que el principio ha encontrado su forma definitiva. El espacio absoluto no existe, y según demuestran las investigaciones, no hay en adelante un tiempo absoluto al cual puedan relacionarse todos los fenómenos.

IV.—El filósofo.

Se ha escrito mucho respecto al «poincarismo», y á veces, con respetuosa admiración, se han atribuido á su autor toda clase de opiniones dependientes del simple buen sentido, que el menos inteligente no quisiera profesarlas, si me atrevo á decirlo, ni aun desde el Liceo. Más claro: á fuerza de tanto hablar en términos vagos del «escepticismo» de Poincaré, han terminado por convertirlo en tan banal, asimilándolo al del desocupado cuyos ojos han visto tantas cosas, tantas vicisitudes y tantos sistemas, que ya en adelante nada puede conmoverle. Esto da á las personas extrañas á la Ciencia una ruin idea de tan gran hombre.

Además, la Metafísica goza de muy mala reputación. Voltaire, al definirla, le ha hecho un gran daño. «¡Cuando dos filósofos discuten sin comprenderse, hacen metafísica; cuando ellos mismos no se comprenden, hacen alta metafísica!»

Esto no impide que las mayores inteligencias de todo tiempo, Descartes, Leibnitz, Newton y otros muchos, no hayan desdeñado estas especulaciones, y, á pesar de lo que se diga, se ha obtenido de ellas innegables progresos. Es verdad que, en gran parte, constituyen una especie de coto cerrado, reservado casi exclusivamente para el recreo de los matemáticos, ó, por lo menos, de sus afines. Cierzo es que no hay integrales en las obras filosóficas de Poincaré (*La Ciencia y la Hipótesis, El Valor de la Ciencia, Ciencia y Método*), como tampoco las hay en los artículos que publicó en la *Revista de Metafísica y de Moral*, y, sin embargo, su comprensión no está al alcance de lectores vulgares; para poder apreciarlas bien es necesario un poco de preparación.

Poincaré, como muchos de sus antecesores, antes que todo, era geómetra; también parece haber sido uno de los primeros objetos de sus estudios la verdadera naturaleza de los principios matemáticos. Las verdades matemáticas descansan completamente sobre las definiciones; para Poincaré, las reglas del silogismo y el razonamiento son, por recurso, las únicas armas del matemático. Digo *las únicas*, y en ello está el punto capital; se

saca, en consecuencia, que las matemáticas no toman nada de la experiencia, son puras creaciones de nuestra inteligencia; ésta es siempre libre para acumular las combinaciones; pero sólo las combinaciones armoniosas, sencillas y bellas, merecen llamar nuestra atención, son las únicas viables.

La geometría cae dentro de esta ley. Al lado de sus definiciones enuncia más ó menos explícitamente algunos axiomas (Poincaré, en conjunto, encuentra ocho); estos axiomas tienen el carácter de convenciones, lo que les aproxima á las definiciones. Es decir, que la geometría se sustrae completamente á la inspección de la experiencia. Sin embargo, se dirá, y el postulado de Euclides, ¿no es una verdad empírica? De ningún modo, responde Poincaré, es una definición; en el fondo, la de la línea recta y ésta, no nos ha sido impuesta, sino aconsejada por la experiencia como la más sencilla y la más cómoda, dado las propiedades de los sólidos naturales, lo mismo que todas nuestras costumbres.

Las hipótesis científicas no tienen por fin el hacernos conocer la verdadera naturaleza de las cosas, sino de ligar entre sí los hechos observados y facilitar la investigación; tampoco es preciso asombrarse, al ver que los sabios renuncian á sus concepciones, cuando los progresos de los experimentos les obligan á ello. Que la electricidad exista ó no, para nosotros no tiene interés, puesto que nunca podremos verla; lo que es interesante son los hechos que con esta teoría se han podido agrupar (que sin ella parecen incoherentes), y también los que deja prever. Sabemos, además, en particular, que cuando un fenómeno lleva consigo una explicación mecánica admite siempre una infinidad, y escogeremos, generalmente, la más sencilla. Cuando Maxwell demostró que los fenómenos eléctricos, obedeciendo á las ecuaciones de Langrange, se prestan á tal explicación, fué inútil el preguntarle cuál era: pudo imaginar muchas, todas igualmente indemostrables; lo importante en este asunto no es tal ó cual mecanismo complicado, sino que pueda construirse uno. En suma, según Poincaré, de acuerdo en esto con William James y con todos los pragmatistas, una verdad no tiene sentido para nosotros, mientras no sea susceptible de ser probada.

Ahora bien, estas leyes de la naturaleza, que descubrimos poco á poco y con tanto trabajo, ¿podemos, por lo menos, esperar que hayan sido siempre lo que son? Otro problema falto de sentido. Poincaré nos dice: nunca podremos saber si las leyes de la naturaleza eran las mismas en la era carbonífera que en la actualidad, puesto que en aquella época no hubo ningún testigo y todo lo que sabemos ha sido precisamente deducido de la hipótesis de la permanencia de las leyes de la naturaleza....

Como se ve, todas estas reflexiones tienden á la misma conclusión. No podemos conocer más que la relación de las cosas; dentro de ningún orden de ideas, de modo alguno podemos alcanzar el absoluto. Es verdad que ya lo dijo Kant en otros tiempos y antes que él Platón, en la apología de los *Prisioneros de la Caverna*. Sin embargo, también Pitágoras, antes que Copérnico, adivinó el verdadero sistema del mundo, y Poincaré ha llevado á la doctrina de la «Relatividad del conocimiento» tales datos, que habiendo alcanzado con él su pleno desarrollo, no puede ya en adelante ser refutada.

El ilustre matemático sólo tenía para todos los dogmáticos, de cualquier partido que perteneciesen, una sonrisa á la vez irónica é indulgente. El, que lejos de afirmar sin cesar, dudaba, si no de todo, por lo menos de muchas cosas, y sabía por qué, seguro de sí mismo, casi no sentía simpatía, por ejemplo, hacia el materialismo ateo de un Berthelot y de un Hoeckel. Por lo demás, le parecía que la ciencia no tenía ningún punto de contacto con la moral, ni con todo lo que á ella se refiere; esta última está efectivamente fundada en el sentimiento y las doctrinas

científicas; ya por sí, muy poco capaces de enseñarnos la verdadera naturaleza de las cosas, pueden todavía menos aclararnos respecto á lo que debemos hacer; «el imperativo categórico» no tiene curso en sus dominios. No, la verdad á los ojos de Poincaré merece ser estudiada sólo para ella misma, independientemente de las mejoras que su prosecución pueda producir en el mundo, lo mismo dentro del orden moral que en el material. El progreso debe tender á librar al hombre de todo cuidado utilitario y facilitarle esta investigación que es la principal razón de nuestra existencia.

Así, sobre todo, Poincaré creía en la «Armonía del mundo, origen de toda belleza», y la alegría de contemplarla constituía para él la suprema, la única felicidad. Pero al mismo tiempo que él aumentaba armonía en su vida (y todos sabemos que su completo desinterés aumentaba la autoridad del menor de los pasos que diese), edificaba una de las obras más armoniosas que se construyen en la vida. Uno de los rasgos característicos de este conjunto admirable, es, en efecto, su unidad; la filosofía de Poincaré resume la totalidad de sus investigaciones científicas, y, por decirlo así, hace un conjunto con ellas. Las funciones fuchsianas se unen á la geometría no euclidiana que conduce á la relatividad del espacio, la cual, á su vez, conduce directamente hacia el idealismo de la de Berkeley. Los restantes trabajos de Poincaré confirmarían este punto de vista: todos convergen al mismo punto, todos terminan en la misma conclusión final.

H.

El pantano de la Sotonera. (1)

(DEL PROYECTO DE OBRAS DE RIEGO DEL ALTO ARAGÓN)

(Continuación.)

Descripción de la presa.—La presa afectará en planta la forma irregular á que se ha hecho referencia anteriormente, con el perfil que figura en la hoja núm. 17 de los planos, destinada á su representación.

En ella aparecen las disposiciones adoptadas para arraigar la presa y para sanear su base y el terreno en que descansa, complementando aquel dibujo el de la planta, y las prescripciones contenidas en los artículos 52 y 81 del pliego de condiciones.

El enlace de la presa con el terrero se ha de conseguir, principalmente, por medio de zanjas abiertas en él, rellenas de arcilla, fuertemente comprimida después de humedecida, resaltando el relleno sobre el terreno natural adyacente para facilitar la unión. Es éste el sistema más recomendable cuando el fondo no es de roca.

En cuanto al saneamiento, está confiado á una red de drenes puestos en el fondo de las zanjas indicadas. Los que se hallan en las paralelas al eje de la presa, desembocan en otros transversales que conducen el agua al dren exterior, el cual, á su vez, la vierte en colectores que, reunidos, forman un emisario general que las lleva al río Sotón, con el desarrollo conveniente para ganar la altura conveniente.

En el eje de la presa se establece la zanja y el dren principal destinados á detener y recoger las filtraciones más importantes del subsuelo, para lo cual alcanzará la profundidad necesaria. También este dren, por medio de otros transversales en los puntos bajos, conduce las aguas al exterior. En la parte de la base que comprende desde el eje de la presa hasta el embalse, sólo se establece dren en una de las zanjas, destinado á recoger

las filtraciones superficiales; las demás no llevan dren para evitar que, debido al escaso espesor que las tierras del dique alcanzan en esta parte, pudieran establecerse con demasiada facilidad vías de agua entre la superficie sumergida del dique y los drenes.

El terreno en que descansa la presa ha de limpiarse bien de toda tierra vegetal y de toda parte blanda, ha de igualarse, escalonándolo, para evitar tendencia al deslizamiento, y, por fin, ha de dejarse bastante rugoso para que trabase convenientemente con el relleno de la presa.

La coronación de ésta se afirmará con piedra, á fin de que permita el tránsito de carros é impida á la vez la infiltración de las aguas de lluvia. Y, con objeto de evitar que éstas vayan á verter por el talud exterior, se dará al piso inclinación suficiente para que se dirijan hacia el embalse, donde por el revestimiento que tiene el talud, tales aguas no pueden perjudicar.

El revestimiento terminará en un murete que, á la vez que contribuya á reflejar las olas, según se ha dicho, sirva de pretil y quitamiedos.

El pantano estará la mayor parte del año, y sobre todo en invierno, con niveles variables entre el máximo y el situado 5 metros por debajo de él. Esto y la mayor frecuencia y violencia que los vientos suelen tener en dicha estación, aconseja defender el talud, en la parte correspondiente á los niveles indicados, de un modo especialmente eficaz; á este fin se ha adoptado el revestimiento de grandes losas de piedra arenisca, único material aprovechable con dimensiones adecuadas, descansando sobre gruesas capas de grava. Las losas de hormigón, armado ó sin armar, hubieran resultado más caras para la misma eficacia, y si con ellas se hubiese constituido una capa rígida, era de temer que los asientos del terraplén hubiesen dado lugar á frecuentes desperfectos.

Para los niveles inferiores del embalse se emplearán piedras de arenisca, no tan grandes como las losas, descansando igualmente sobre dos capas de grava, y para la parte que se halle á mayor profundidad de 15 metros, el revestimiento se limitará á las gravas únicamente. Justifican esta disposición, no sólo la mayor frecuencia con que las olas azotarán la parte alta del talud, sino también la menor altura e intensidad con que obrarán en la baja, por disminuir, con la altura del embalse, la longitud de la línea de agua.

En las banquetas del talud exterior se establecerán canales revestidos de hormigón, que lleven las aguas á puntos donde no puedan perjudicar al terraplén.

La máxima altura del agua, medida al pie del talud de aguas arriba, no pasa de 26,50 metros; refiriendo el nivel al pie del talud de aguas abajo, alcanza una elevación de 28,80 metros: en el centro del dique es de 28,60 metros.

La altura total de la presa es, en el punto más bajo, igual á 31,60 metros, si se refiere al centro de la presa, y á 29,50 metros y 31,80 metros, si se compara, respectivamente, con el nivel de las partes más bajas de los taludes de aguas arriba y de aguas abajo.

El ancho en la coronación es igual, constantemente, á 6,30 metros: el de la base varía conforme á la altura, siendo, como máximo, igual á 159,85 metros.

La longitud total en la coronación es de 4,365 metros, comprendida la sección en que se abre el vertedero de superficie.

Descripción del embalse.—El embalse de la Sotonera ocupará, en total, una superficie de 1.838 hectáreas. Extiéndese, á partir de la presa, por los cauces del Sotón y Astón, quedando la curva superior á una distancia de 350 metros del pueblo de Montesa. Su mayor anchura es de unos 7 kilómetros.

Cubrirá el embalse el castillo de Tormos, que sirve actual-

(1) Véase el número anterior.